یونٹ 3

ڈائنامکس
(Dynamics)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مومینٹم، فورس، انرشیا، فرکشن اور سینٹری پیٹل فورس کی تعریف کرسکیں۔
- نیچے دی گئی مساوات کو استعمال کر کے مشقی سوالات حل کرسکیں۔

$$\text{فورس} = \frac{\text{مومینٹم میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

- روزمرہ زندگی کی عملی مثالوں سے فورس کے تصور کی وضاحت کرسکیں۔
- نیوٹن کے موشن کے قوانین بیان کرسکیں۔
- ماس اور وزن میں فرق کرسکیں اور $F = ma$ اور $w = mg$ کی مدد سے مشقی سوالات حل کرسکیں۔
- نیوٹن کے دوسرے قانون کی مدد سے بے فرکشن پلی سے گزرتی ہوئی ڈوری کے سروں سے منسلک دو اجسام کی موشن کے دوران ڈوری میں ٹینشن اور ایکسلریشن معلوم کرسکیں۔
- مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون بیان کرسکیں۔
- دو اجسام کے ٹکراؤ میں مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون استعمال کرسکیں۔
- مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کی مدد سے دو اجسام میں ٹکراؤ کے بعد ان کی ولاسٹی معلوم کرسکیں۔
- ٹائروں کی سطح، روڈ کی حالت، سکڈنگ اور بریکنگ فورس کے حوالہ سے گاڑیوں کی حرکت پر فرکشن کے اثرات کی وضاحت کرسکیں۔
- یہ بتا سکیں کہ رولنگ فرکشن سلائڈنگ فرکشن کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔
- فرکشن کو کم کرنے کے مختلف طریقوں کی فہرست تیار کرسکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

فورس اور موشن	سائنس-IV

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

موشن اور فورس	فزکس-XI

اہم تصورات

3.1	مومینٹم
3.2	نیوٹن کے موشن کے قوانین
3.3	فرکشن
3.4	یونیفارم سرکلر موشن

- واضح کر سکیں کہ ایک منحنی راستے (curved path) پر کسی جسم کی موشن اس پر عمل کرنے والی ایک عمودی فورس کی وجہ سے ہوتی ہے جو موشن کی سمت تبدیل کرتی ہے نہ کہ اس کی سپیڈ۔
- $F = mv^2/r$ کی مدد سے دائرے میں حرکت کرنے والے جسم پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس معلوم کر سکیں۔
- یہ بیان کر سکیں کہ کیا ہوگا اگر آپ بس میں سوار ہوں اور بس
  - (i) اچانک چل پڑے
  - (ii) اچانک رُک جائے
  - (iii) اچانک بائیں طرف مڑ جائے
- کہانی لکھ سکیں ایک ایسے خواب کی جو ہر طرح کی فرکشن کے اچانک غائب ہونے سے رونما ہونے والے واقعات سے متعلق ہو۔ کیا یہ ایک خوفناک خواب نہیں ہوگا؟

طلبہ کی تحقیقی مہارت

- کسی ٹرالی کا مختلف سلوپ (slope) والی سطحوں پر مختلف اوزان اٹھاتے ہوئے سلائڈ کرنے پر سپرنگ بیلنس کی مدد سے وزن اور فرکشن کے درمیان تعلق کی نشان دہی کر سکیں۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- انسانوں، بے جان اشیا اور گاڑیوں کی موشن کے حوالہ سے ڈائنامکس کے اصول کی نشان دہی کر سکیں۔ (مثلاً ایک گیند کو اوپر کی طرف پھینکنے، تیراکی، کشتی رانی اور راکٹ کی موشن کا تجزیہ کر سکیں)
- حفاظتی آلات (مثلاً نازک اشیا کی پیکنگ، کرمپل زون (crumple zone) اور سیٹ بیلٹس (seatbelts) کے استعمال سے مومینٹم میں ہونے والی کمی کی نشان دہی کر سکیں۔
- عملی زندگی میں فرکشن کے فوائد ونقصانات کے ساتھ ساتھ ان حالات میں فرکشن کو کم یا زیادہ کرنے کے طریقے کو بیان کر سکیں (مثلاً کار کے ٹائروں کی سطح پر بنائے گئے ڈیزائنز، بائیسکل چلانے، پیراشوٹ سے اترنے،

شکل 3.1: ریڑھی پر کھانے کی اشیا فروخت کرنے والا۔

ڈوری کی گرہ میں فرکشن کے فوائد صنعتی مشینوں کے متحرک پرزوں کے درمیان اور ایکسل پر گھومنے والے پہیوں کے درمیان فرکشن کے نقصانات اور اسے کم کرنے کے طریقے۔

- سینٹری پیٹل فورس کے استعمال کا بحوالہ (i) روڈ بینکنگ کی محفوظ ڈرائیونگ (ii) واشنگ مشین کے ڈرائیر (iii) کریم سپریٹر، نشان دہی کر سکیں۔

کائی نیمیٹکس میں ہم نے صرف موشن اور اس میں تبدیلی کا مطالعہ کیا۔ لیکن ہمارے علم کی اس وقت تک کوئی اہمیت نہیں ہے جب تک کہ ہم موشن کی وجوہات کو نہ سمجھیں میکینکس کی وہ شاخ جس میں ہم کسی جسم میں موشن کے ساتھ اس کی وجوہات کا بھی مطالعہ کرتے ہیں، ڈائنامکس کہلاتی ہے۔ اس یونٹ میں ہم مومینٹم کا مطالعہ کریں گے۔ اس کے علاوہ موشن کی وجوہات اور موشن میں جسم کے ماس کے کردار کا جائزہ بھی لیں گے یہ تحقیق فورس کے تصور تک پہنچنے میں ہماری رہنمائی کرتی ہے۔ ہم موشن کے قوانین اور ان کے اطلاق کا بھی مطالعہ کریں گے۔

شکل 3.2: جب بیٹسمین نے ہٹ لگائی تو گیند کی موشن کی سمت تبدیل ہوگئی۔

3.1 فورس، انرشیا اور مومینٹم
(Force, Inertia and Momentum)

کسی جسم کی حرکت کو سمجھنے کے لیے نیوٹن کے موشن کے قوانین بنیادی اہمیت کے حامل ہیں۔ ان قوانین کو زیر بحث لانے سے قبل مناسب یہ ہے کہ ہم چند اصطلاحات مثلاً فورس، انرشیا اور مومینٹم کو سمجھ لیں۔

شکل 3.3: ایک لڑکا دیوار کو دھکیل رہا ہے۔

فورس (Force)

ہم دروازے کو اپنی طرف کھینچ کر یا دھکیل کر کھول سکتے ہیں۔ شکل (3.1) میں ایک آدمی ریڑھی کو دھکیلتے ہوئے دکھایا گیا ہے۔ دھکیلنے سے ریڑھی کو موشن میں لایا جا سکتا ہے یا اس کی موشن کی سمت کو تبدیل کیا جا سکتا ہے یا پھر چلتی ہوئی ریڑھی کو روکا جا سکتا ہے۔ شکل (3.2) میں ایک بیٹسمین اپنی طرف آنے والی بال کو ہٹ لگا کر اس کی موشن کی سمت تبدیل کر رہا ہے۔

یہ ضروری نہیں کہ فورس ہمیشہ کسی جسم کو حرکت ہی دے۔ شکل (3.3) میں ایک لڑکا دیوار کو دھکیل کر اسے حرکت میں لانے کی کوشش کر رہا ہے۔ کیا وہ اسے حرکت دے سکے گا؟ ایک گول کیپر کو اپنی طرف آنے والے فٹ بال کو روکنے کے لیے فورس صرف کرنا پڑتی ہے۔ پس ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ

شکل 3.4: گول کیپر گیند کو روک رہا ہے۔

فورس کسی جسم کو موشن میں لاتی ہے یا موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے، جسم کی موشن کو روکتی ہے یا روکنے کی کوشش کرتی ہے۔

اگر آپ غبارے کو دبائیں تو کیا ہوگا؟

آپ چاقو کی تیز دھار والے حصے کو کسی سیب میں داخل کر کے اسے کاٹ سکتے ہیں۔ پس اگر کوئی فورس کسی جسم پر عمل کرے تو وہ اس کی شکل اور سائز کو بھی تبدیل کر سکتی ہے۔

انرشیا (Inertia)

گلیلیو (Galileo) نے مشاہدہ کیا کہ ایک بھاری جسم کی بہ نسبت ایک ہلکے جسم کو موشن میں لانا آسان ہوتا ہے۔ بھاری اجسام کو موشن میں لانا مشکل ہوتا ہے اور اگر وہ موشن میں ہوں تو انہیں روکنا بھی مشکل ہوتا ہے۔ نیوٹن نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ ہر جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا یونیفارم موشن کی حالت میں تبدیلی میں مزاحمت پیش کرتا ہے۔ اس نے مادہ کی اس خصوصیت کو انرشیا (inertia) کا نام دیا۔ اور جسم کے انرشیا کا اس کے ماس کے ساتھ تعلق معلوم کیا۔ جتنا کسی جسم کا ماس زیادہ ہوگا اتنا ہی اس جسم کا انرشیا زیادہ ہوگا۔

انرشیا کسی جسم کی وہ خصوصیت ہے جس کی وجہ سے وہ اپنی ریسٹ پوزیشن یا یونیفارم موشن میں تبدیلی کے خلاف مزاحمت کرتا ہے۔

شکل 3.5: جیسے ہی کارڈ بورڈ گلاس کے اوپر سے ہٹ جاتا ہے سکہ گلاس میں گر جاتا ہے۔

آیئے انرشیا کو سمجھنے کے لیے ایک تجربہ کرتے ہیں۔

تجربہ 3.1

ایک خالی گلاس کو کارڈ بورڈ کے ایک ٹکڑے سے ڈھانپ دیں۔ کارڈ بورڈ کے اوپر ایک سکہ رکھیں جیسا کہ شکل (3.5) میں دکھایا گیا ہے۔ اب اپنی انگلی کے جھٹکے سے کارڈ بورڈ کو اُفقی سمت میں ٹھوکر لگائیں۔

کیا سکہ کارڈ بورڈ کے ساتھ حرکت کرتا ہے؟

سکہ انرشیا کی وجہ سے کارڈ بورڈ کے ساتھ حرکت نہیں کرتا۔

جب کارڈ بورڈ گلاس سے دور جا گرتا ہے تو سکہ کہاں جاتا ہے؟

شکل 3.6: کاغذ کی پٹی کھینچنے پر اس پر رکھے گئے سکے اپنی جگہ پر ویسے ہی پڑے رہتے ہیں۔

انرشیا کی ایک اور مثال زیرِ غور لائیں۔ کاغذ کی ایک پٹی (strip) کاٹیں اور اسے میز پر رکھ کر اس کے ایک سرے پر چند سکے ایک دوسرے کے اوپر رکھیں۔

جیسا کہ شکل (3.6) میں دکھایا گیا ہے۔
کیا آپ سکوں کو گرائے بغیر کاغذ کی پٹی کو سکوں کے نیچے سے کھینچ سکتے ہیں؟
کاغذ کی پٹی کو تیزی سے کھینچنے کے دوران ایک دوسرے پر رکھے ہوئے سکے کیوں نہیں گرتے؟

مومینٹم (Momentum)

بندوق کی گولی میں انرشیا کی مقدار بہت کم ہوتی ہے کیونکہ اس کا ماس بہت کم ہوتا ہے۔ پھر اس کا اثر بندوق سے فائر کرنے پر کیوں بڑھ جاتا ہے؟
دوسری طرف کسی سامان سے لدے ہوئے ٹرک سے ٹکرانے والا جسم بہت زیادہ متاثر ہوتا ہے خواہ ٹرک کی سپیڈ انتہائی کم ہی کیوں نہ ہو۔ اس قسم کی صورتحال کی وضاحت کے لیے ہم ایک نئی اصطلاح متعارف کراتے ہیں، جسے مومینٹم کہتے ہیں۔
کسی جسم میں اس کے ماس اور ولاسٹی کی وجہ سے موشن کی مقدار مومینٹم کہلاتی ہے۔
کسی جسم کا مومینٹم P اس کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔ پس

$$P = mv \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.1)$$

مومینٹم ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اس کی سمت وہی ہوتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل میں مومینٹم کا یونٹ کلوگرام میٹر فی سیکنڈ $kgms^{-1}$ ہے۔

3.2 نیوٹن کے موشن کے قوانین (Newton's Laws of Motion)

نیوٹن پہلا سائنس دان تھا جس نے موشن کے قوانین متعارف کروائے۔ یہ نیوٹن کے موشن کے قوانین کہلاتے ہیں۔

کسی جسم پر نیٹ فورس اس پر عمل کرنے والی تمام فورسز کے ریزلٹنٹ کے برابر ہوتی ہے۔

نیوٹن کا موشن کا پہلا قانون (Newton's First Law of Motion)

نیوٹن کا موشن کا پہلا قانون ساکن اجسام یا یونیفارم سپیڈ سے خط مستقیم (straight line) میں متحرک اجسام سے متعلق ہے۔ نیوٹن کے پہلے قانون کے مطابق اگر کوئی جسم ریسٹ میں ہے تو وہ ریسٹ میں ہی رہتا ہے بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس (net force) عمل نہ کرے۔ اس قانون کا یہ حصہ صحیح ہے کیونکہ ہم دیکھتے ہیں کہ اجسام خود بخود موشن میں نہیں آتے جب تک کہ کوئی انہیں موشن میں نہ لائے۔

مثلاً میز پر رکھی ہوئی کتاب اسی طرح پڑی رہے گی جب تک کہ کوئی فورس اس پر عمل نہ کرے۔

اسی طرح ایک متحرک جسم خود بخود نہیں رکتا۔ ایک ناہموار سطح پر لڑھکائی گئی گیند اس گیند کے مقابلے میں جلد رک جاتی ہے جسے ہموار سطح پر لڑھکایا گیا ہو۔ کیونکہ ناہموار سطح فرکشن کے باعث نسبتاً زیادہ مزاحمت پیش کرتی ہے۔ اگر موشن میں رکاوٹ ڈالنے والی فورس نہ ہوتی تو کسی جسم کی موشن کبھی بھی ختم نہ ہوتی۔ لہٰذا نیوٹن کے موشن کے پہلے قانون کو ان الفاظ میں بیان کیا جاسکتا ہے۔

ہر جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا خطِ مستقیم میں یونیفارم موشن کو جاری رکھتا ہے بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کر رہی ہو۔

کیونکہ نیوٹن کا پہلا قانون مادے کی انرشیا کی خصوصیت سے متعلق ہے اس لیے اسے انرشیا کا قانون بھی کہتے ہیں۔

ہم دیکھتے ہیں کہ جب بس کا ڈرائیور اچانک بریک لگاتا ہے تو کھڑے ہوئے مسافر آگے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مسافروں کے جسم کا نچلا حصہ تو بس کے ساتھ رک جاتا ہے جبکہ اوپر والا حصہ اپنی موشن کو جاری رکھتا ہے۔ اس لیے وہ آگے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

جب ایک بس تیزی سے موڑ کاٹتی ہے تو اس میں کھڑے مسافر باہر کی طرف گرنے لگتے ہیں۔ انرشیا کی وجہ سے ان کے جسم سیدھی لائن میں اپنی حرکت جاری رکھنا چاہتے ہیں اس لیے ان کے جسم کے اوپر والا حصہ بس کے موڑ کے مخالف سمت میں جھک جاتا ہے۔

نیوٹن کا موشن کا دوسرا قانون
(Newton's Second Law of Motion)

نیوٹن کا موشن کا دوسرا قانون موشن کی اس صورت حال سے متعلق ہے جب کسی جسم پر کوئی نیٹ فورس (net force) عمل کر رہی ہو۔ اس کو درج ذیل الفاظ میں بیان کیا جاتا ہے۔

جب ایک فورس کسی جسم پر عمل کرے تو اس میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ ایکسلریشن کی مقدار فورس کی مقدار کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور ماس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

اگر ایک فورس F ماس m کے جسم میں ایکسلریشن پیدا کرے تو اس قانون کے مطابق

$$a \propto F$$

اور

$$a \propto \frac{1}{m}$$

یعنی $a \propto \frac{F}{m}$

یا $F \propto ma$

k کو بطور کونسٹنٹ کے استعمال کرنے سے

$$F = kma \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

SI یونٹس میں k کی قیمت 1 ہے۔ اس لیے مساوات (3.2) کو اس طرح سے لکھا جا سکتا ہے۔

$$F = ma \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

فورس کا SI یونٹ نیوٹن ہے۔ اسے N سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1kg ماس والے جسم میں $1\ ms^{-2}$ کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔

پس ایک نیوٹن کو ہم اس طرح ظاہر کر سکتے ہیں۔

$$1\,N = 1\,kg \times 1\,ms^{-2}$$

یا $1\,N = 1\,kg\,ms^{-2} \quad \dots\dots \quad (3.4)$

مثال 3.1

8 کلوگرام ماس کے ایک جسم پر 20N کی فورس عمل کر رہی ہے۔ اس جسم میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن معلوم کریں۔

حل

یہاں

$$m = 8\,kg$$
$$F = 20N$$
$$a = ?$$

ہم جانتے ہیں کہ $F = ma$

$$20N = 8\,kg \times a$$

یا $a = \frac{20N}{8kg}$

یا $a = 2.5\ \frac{kg\,ms^{-2}}{kg}$

$$= 2.5\,ms^{-2}$$

پس دی گئی فورس کی وجہ سے پیدا ہونے والا ایکسلریشن $2.5ms^{-2}$ ہے۔

مثال 3.2

ایک فورس 5 kg ماس کے جسم میں $10\ ms^{-2}$ کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ یہ فورس 8 kg ماس کے جسم میں کتنا ایکسلریشن پیدا کرے گی؟

حل

یہاں $m_1 = 5kg$

$m_2 = 8kg$

$a_1 = 10\ ms^{-2}$

$a_2 = ?$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$F = m_1a_1$

$F = m_2a_2$

مندرجہ بالا مساواتوں کا موازنہ کرنے پر

$$m_1a_1 = m_2a_2$$

$$(5\ kg)\ (10\ ms^{-2}) = (8\ kg)\ a_2$$

یا $a_2 = 6.25\ ms^{-2}$

پس 8 kg ماس کے جسم میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن $6.25\ ms^{-2}$ ہے۔

مثال 3.3

$3ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے بائیسکل چلانے کے لیے 40kg ماس والا بائیسکل سوار 200N کی فورس لگاتا ہے۔ سڑک اور ٹائروں کے درمیان فرکشن کی فورس کتنی ہے؟

حل

یہاں $m = 40\ kg$

$a = 3\ ms^{-2}$

$F_o = 200\ N$

نیٹ فورس $F = ?$

فرکشن کی فورس $f = ?$

ہم جانتے ہیں کہ $F = m\,a$

$= 40\ kg \times 3\ ms^{-2}$

$= 120\ N$

$\therefore$ نیٹ فورس = لگائی گئی فورس − فرکشن کی فورس

$$120\,N = 200N - f$$
$$f = 80\,N$$

پس سڑک اور ٹائروں کے درمیان فرکشن کی فورس 80N ہے۔

ماس اور وزن (Mass and Weight)

شکل 3.7: فورس یا جسم کے وزن کو سپرنگ بیلنس کے ذریعے ماپا جاتا ہے۔

عام طور پر ماس اور وزن ایک جیسی مقداریں تصور کی جاتی ہیں۔ لیکن یہ درست نہیں ہے۔ یہ دو مختلف قسم کی مقداریں ہیں۔ کسی جسم میں مادہ کی مقدار کو اس جسم کا ماس کہتے ہیں۔ یہ ایک سکیلر مقدار ہے اور جسم کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے سے تبدیل نہیں ہوتی۔ اسے عام ترازو یا بیم بیلنس کے ذریعے معیاری ماسز سے موازنہ کر کے معلوم کیا جاتا ہے۔

اس کے برعکس کسی جسم کا وزن دراصل اس پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس ہے۔ زمین پر کسی جسم کا وزن وہ فورس ہے جس سے زمین اس جسم کو اپنی طرف کھینچتی ہے۔ یہ گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g پر منحصر ہے اور جگہ بدلنے سے اس کی مقدار تبدیل ہو جاتی ہے۔ کسی جسم کے وزن w اور ماس m کے درمیان مندرجہ ذیل تعلق ہے۔

$$w = mg \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (3.5)$$

وزن ایک فورس ہے۔ اس لیے یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ SI میں اس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے جیسا کہ فورس کا یونٹ ہوتا ہے۔ اسے سپرنگ بیلنس کے ذریعہ معلوم کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل (3.7) میں دکھایا گیا ہے۔

نیوٹن کا موشن کا تیسرا قانون (Newton's Third Law of Motion)

شکل 3.8: کتاب کا ایکشن اور اس پر میز کی سطح کا ری ایکشن

نیوٹن کا تیسرا قانون اس ردِ عمل (reaction) سے متعلق ہے جو ایک جسم اس وقت ظاہر کرتا ہے جب اس پر کوئی فورس عمل پیرا ہو۔ فرض کریں کہ ایک جسم A ایک دوسرے جسم B پر فورس لگاتا ہے۔ عین اسی وقت جسم B بھی ری ایکشن کے طور پر جسم A پر فورس لگاتا ہے۔ وہ فورس جو جسم A نے جسم B پر لگائی ایکشن کہلاتی ہے۔ جسم B کی جسم A پر عمل کرنے والی فورس ری ایکشن کہلاتی ہے۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کو مندرجہ ذیل الفاظ میں بیان کیا جاتا ہے۔

ہر ایکشن کا ہمیشہ ایک ری ایکشن ہوتا ہے جو مقدار میں ایکشن کے مساوی لیکن سمت میں اس کے مخالف ہوتا ہے۔

اس قانون کے مطابق ہر ایکشن کے ساتھ ہمیشہ ایک ری ایکشن کی فورس بھی موجود ہوتی ہے اور یہ دونوں فورسز مقدار میں برابر لیکن مخالف سمت میں ہوتی ہیں۔ خیال رہے کہ ایکشن اور ری ایکشن ایک ہی جسم پر نہیں ہوتے بلکہ یہ دو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہیں۔

شکل 3.9: غبارے سے باہر نکلنے والی ہوا کا ری ایکشن اسے مخالف سمت میں حرکت دیتا ہے۔

شکل (3.8) میں میز پر رکھی ہوئی ایک کتاب دکھائی گئی ہے۔ کتاب کا وزن نیچے کی سمت میں میز پر عمل کر رہا ہے۔ یہ ایکشن ہے۔ میز کا ری ایکشن کتاب پر اوپر کی سمت میں عمل کر رہا ہے۔ ایک اور مثال پر غور کریں۔ ایک ہوا سے بھرا ہوا غبارہ لیں۔ جب غبارے کو آزاد کیا جاتا ہے تو اس میں موجود ہوا تیزی سے باہر آتی ہے جس کے باعث غبارہ آگے کی طرف حرکت کرتا ہے۔ اس مثال میں غبارے کا ایکشن ہوا پر ہے جس کے نتیجہ میں وہ غبارے سے خارج ہوتی ہے۔ باہر نکلتی ہوئی ہوا کا ری ایکشن غبارے پر ہوتا ہے جس کی وجہ سے غبارہ آگے کی طرف حرکت کرتا ہے۔

شکل 3.10: اوپر اٹھتا ہوا راکٹ

ایک راکٹ جیسا کہ شکل (3.10) میں دکھایا گیا ہے اسی اصول پر حرکت کرتا ہے۔ جب ایندھن جلایا جاتا ہے تو انتہائی گرم گیسز تیز رفتاری سے اس کے زیریں حصہ سے خارج ہوتی ہیں۔ گیسز کے اس عمل کا ری ایکشن راکٹ میں حرکت کا سبب بنتا ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

اپنی ہتھیلی پھیلائیں اور اس پر ایک کتاب رکھیں۔

1. کتاب کو گرنے سے روکنے کے لیے آپ کو کتنی فورس لگانے کی ضرورت پیش آتی ہے؟
2. اس میں ایکشن کیا ہے؟
3. کیا کوئی ری ایکشن ہے؟ اگر ہے تو اس کی سمت کیا ہے؟

ڈوری میں ٹینشن اور ایکسلریشن

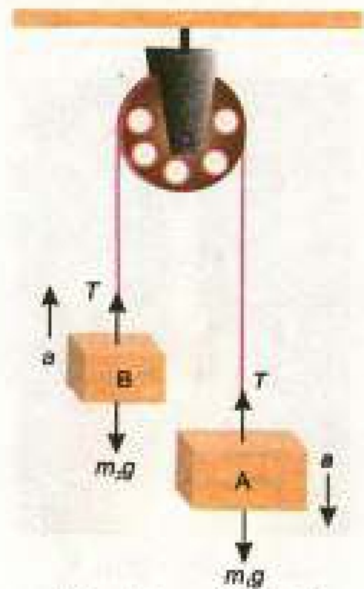
شکل 3.11: بلاک کا وزن ڈوری کو نیچے کی جانب کھینچتا ہے۔

فرض کریں ایک بلاک ڈوری کے ساتھ لٹکایا گیا ہے۔ ڈوری کا اوپر والا سرا ایک سٹینڈ سے بندھا ہے جیسا کہ شکل (3.11) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کریں کہ بلاک کا وزن W ہے۔ بلاک ڈوری کو اپنے وزن سے نیچے کی طرف کھینچتا ہے۔ اس کی وجہ سے دھاگے میں ٹینشن یا تناؤ پیدا ہوتا ہے۔ بلاک پر یہ ٹینشن اوپر کی جانب عمل

کرتا ہے۔ کیونکہ بلاک ریسٹ کی حالت میں ہے۔ اس لیے نیچے کی جانب عمل کرنے والا بلاک کا وزن اوپر کی سمت میں عمل کرنے والے ٹینشن T سے بیلنس ہو رہا ہے۔ لہٰذا ڈوری میں ٹینشن T بلاک کے وزن کے برابر اور مخالف ہوگا۔

ڈوری سے منسلک اجسام کی حرکت

(الف) جب اجسام عموداً حرکت کرتے ہیں

فرض کریں کہ دو اجسام A اور B کا ماس بالترتیب m_1 اور m_2 ہے۔ جبکہ ماس m_1، ماس m_2 سے بڑا ہے۔ یہ دونوں اجسام بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں جس میں ٹینشن T کی تبدیلی سے اس کی لمبائی میں تبدیلی نہیں آتی۔ ڈوری ایک بے فرکشن (frictionless) پلی کے اوپر سے گزر رہی ہے۔ جیسا کہ شکل (3.12) میں دکھایا گیا ہے۔ جسم A بھاری ہونے کی وجہ سے ایکسلریشن a کے ساتھ نیچے کی جانب حرکت کرے گا۔ عین اسی وقت جسم B اسی ایکسلریشن a سے اوپر کی جانب حرکت کرے گا۔ کیونکہ پلی بے فرکشن ہے، اس لیے ڈوری میں ہر جگہ ٹینشن یونیفارم ہوگا۔

شکل 3.12: پلی پر سے گزرنے والی ڈوری سے منسلک دو اجسام کی حرکت

کیونکہ جسم A نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے اس کا وزن m_1g ٹینشن T سے زیادہ ہوگا۔ پس جسم A پر عمل کرنے والی نیٹ فورس $m_1g - T$ ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$m_1g - T = m_1a \quad \dots\ \dots\ \dots \quad (3.6)$$

کیونکہ جسم B اوپر کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے اس کا وزن m_2g ڈوری میں ٹینشن T سے کم ہوگا۔ پس جسم B پر عمل کرنے والی فورس $T - m_2g$ ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$T - m_2g = m_2a \quad \dots\ \dots\ \dots \quad (3.7)$$

ایکسلریشن a معلوم کرنے کے لیے مساوات (3.6) اور (3.7) کو جمع کریں۔ پس

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}g \quad \dots\ \dots \quad (3.8)$$

ٹینشن T معلوم کرنے کے لیے مساوات (3.7) کو مساوات (3.6) سے تقسیم کریں۔ پس

$$T = \frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2}g \quad \dots\ \dots \quad (3.9)$$

مندرجہ بالا سسٹم کو ایٹ وُڈ مشین (Atwood machine) بھی کہتے ہیں۔ اسے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ مساوات (3.8) کی مدد سے

$$g = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} a$$

مثال 3.4

ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے 5.2 kg اور 4.8 kg کے دو ماسز منسلک ہیں۔ ڈوری ایک بے فرکشن پلی کے اوپر سے گزرتی ہے۔ اس سسٹم میں ایکسلریشن اور ٹینشن معلوم کریں جبکہ دونوں ماسز عموداً حرکت کر رہے ہوں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایٹ وُڈ مشین دو غیر مساوی ماسز کے اجسام کے سسٹم پر مشتمل ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل (3.12) میں دکھایا گیا ہے۔ دونوں اجسام ایک ڈوری کے سروں سے منسلک ہوتے ہیں۔ یہ ڈوری ایک بے فرکشن پلی کے اوپر سے گزرتی ہے۔ اس سسٹم کو بعض اوقات گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

حل

$m_1 = 5.2\ \text{kg}$

$m_2 = 4.8\ \text{kg}$

کیونکہ $a = \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$

اس لیے $a = \dfrac{5.2\text{kg} - 4.8\text{kg}}{5.2\text{kg} + 4.8\text{kg}} \times 10\ \text{ms}^{-2}$

$a = 0.4\ \text{ms}^{-2}$

کیونکہ $T = \dfrac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$

اس لیے $T = \dfrac{2 \times 5.2\text{kg} \times 4.8\text{kg}}{5.2\text{kg} + 4.8\text{kg}} \times 10\ \text{ms}^{-2}$

$T = 50\ \text{N}$

پس اس سسٹم کا ایکسلریشن $0.4\ \text{ms}^{-2}$ ہے اور ڈوری میں ٹینشن 50 N ہے۔

شکل 3.13: ایک بے فرکشن ڈوری کے سروں سے منسلک دو اجسام کی حرکت

(ب) جب ایک جسم عموداً اور دوسرا اُفقی سمت میں حرکت کرے

فرض کریں کہ دو اجسام A اور B کا ماس بالترتیب m_1 اور m_2 ہے اور وہ ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں۔ فرض کریں کہ جسم A نیچے کی جانب ایکسلریشن a سے حرکت کر رہا ہے۔ کیونکہ ڈوری میں ٹینشن کی تبدیلی سے اس کی لمبائی میں فرق نہیں آتا۔ اس لیے جسم B بھی اُفقی سطح پر ایکسلریشن a سے ہی حرکت کرے گا۔ کیونکہ پلی بے فرکشن ہے اس لیے ڈوری میں ٹینشن یونیفارم ہوگا۔

چونکہ جسم A نیچے کی جانب حرکت کرتا ہے اس لیے یہاں پر اس کا وزن m_1g ڈوری میں ٹینشن T سے زیادہ ہوگا۔ پس جسم A پر عمل کرنے والی نیٹ فورس m_1g-T ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$m_1g - T = m_1a \quad \dots \dots \dots (3.10)$$

جسم B پر عمل کرنے والی فورسز درج ذیل ہیں۔

(i) نیچے کی جانب عمل کرنے والا جسم B کا وزن m_2g

(ii) جسم B پر اوپر کی جانب عمل کرنے والا افقی سطح کا ری ایکشن R

(iii) جسم B کو ہموار سطح پر افقی سمت میں کھینچنے والا ڈوری میں ٹینشن T

کیونکہ جسم B میں کوئی عمودی حرکت نہیں ہے۔ اس لیے عمودی فورسز m_2g اور R کا ریزلٹنٹ صفر ہوگا۔ پس جسم B پر عمل کرنے والی نیٹ فورس ٹینشن T ہے۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$T = m_2a \quad \dots \dots \dots (3.11)$$

مساوات (3.10) اور (3.11) کو جمع کرنے سے a کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2}g \quad \dots \dots (3.12)$$

a کی قیمت مساوات (3.11) میں درج کرنے سے

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}g \quad \dots \dots \dots (3.13)$$

مثال 3.5

دو اجسام جن کے ماسز بالترتیب 4 kg اور 6 kg ہیں۔ ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں جو ایک بے فرکشن پلی کے اوپر سے گزر رہی ہے۔ ایک جسم جس کا ماس 6 kg ہے ایک افقی بے فرکشن سطح پر حرکت کر رہا ہے جبکہ دوسرا جسم جس کا ماس 4 kg ہے عموداً نیچے کی طرف حرکت کر رہا ہے۔ اس سسٹم کا ایکسلریشن اور ٹینشن معلوم کریں۔

حل

$$m_1 = 4\ kg$$

$$m_2 = 6\ kg$$

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g$$ کیونکہ

$$a = \frac{4\ kg}{4\ kg + 6\ kg} \times 10\ ms^{-2}$$ اس لیے

$$a = 4\ ms^{-2}$$

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$ کیونکہ

$$T = \frac{4\ kg \times 6\ kg}{4\ kg + 6\ kg} \times 10\ ms^{-2}$$ اس لیے

$$T = 24\ N$$

پس سسٹم کا ایکسلریشن $4ms^{-2}$ ہے اور ڈوری میں ٹینشن 24N ہے۔

فورس اور مومینٹم (Force and Momentum)

فرض کریں کہ ایک جسم جس کا ماس m ہے ابتدائی ولاسٹی v_i سے حرکت کر رہا ہے۔ اس پر ایک فورس F عمل کرتی ہے اور اس میں ایکسلریشن a پیدا کرتی ہے۔ جس کی وجہ سے اس کی ولاسٹی تبدیل ہو جاتی ہے۔ فرض کریں کہ t وقت کے بعد اس کی آخری ولاسٹی v_f ہو جاتی ہے۔ اگر P_i اور P_f جسم کے بالترتیب ابتدائی اور آخری مومینٹم ہوں تو

$$P_i = mv_i$$

اور

$$P_f = mv_f$$

اس لیے موومینٹم میں تبدیلی = آخری مومینٹم − ابتدائی مومینٹم

یا

$$P_f - P_i = mv_f - mv_i$$

لہٰذا مومینٹم میں تبدیلی کی شرح حسب ذیل ہوگی۔

$$\frac{P_f - P_i}{t} = \frac{mv_f - mv_i}{t}$$

$$= m\,\frac{v_f - v_i}{t}$$

لیکن $\frac{v_f - v_i}{t}$ ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح ہے جو فورس F کے ذریعہ پیدا ہونے والے ایکسلریشن a کے برابر ہوگی۔ اس لیے

$$\frac{P_f - P_i}{t} = m\,a$$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

مزید معلومات

نازک اشیا مثلاً شیشے سے بنی ہوئی چیزوں کو مناسب میٹیریل مثلاً سٹاروفوم کے ٹکڑے یا سیلز (cells) والی پولی تھین کی شیٹس وغیرہ کے ساتھ پیک کیا جاتا ہے۔

ان میٹیریلز کے سیلز میں موجود ہوا ان کو لچکدار اور نرم بنا دیتی ہے۔ کسی حادثہ کی صورت میں یہ ہوا سے بھرے سیلز نازک اشیا سے ٹکراؤ کے وقت میں اضافہ کر دیتے ہیں۔ جس کی وجہ سے مومینٹم میں تبدیلی کی شرح میں کمی آ جاتی ہے۔ اس طرح ٹکراؤ کے دوران میں لگنے والی فورس کا اثر کم ہو جاتا ہے اور حادثہ کے دوران نازک اشیا کے ٹوٹنے کا امکان کم ہو جاتا ہے۔

$$F = ma$$

$$\text{یا} \quad \frac{P_f - P_i}{t} = F \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (3.14)$$

مساوات (3.14) بھی فورس سے متعلق ہے۔ اس کی بنیاد پر ہم نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کو مندرجہ ذیل الفاظ میں بیان کر سکتے ہیں۔

کسی جسم کے مومینٹم میں تبدیلی کی شرح اس فورس کے برابر ہوتی ہے جو اس پر عمل کرتی ہے۔ نیز مومینٹم کی یہ تبدیلی فورس کی سمت میں ہوتی ہے۔

مساوات (3.14) کے مطابق سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں مومینٹم کا یونٹ Ns ہے جو کہ $kgms^{-1}$ کے برابر ہے۔

مثال 3.6

5 کلوگرام ماس کا ایک جسم $10ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہے۔ اس کو 2 سیکنڈ میں روکنے کے لیے درکار فورس معلوم کریں۔

حل

$$m = 5\ kg$$
$$v_i = 10\ ms^{-1}$$
$$v_f = 0\ ms^{-1}$$
$$t = 2\ s$$
$$F = ?$$
$$P_i = 5\ kg \times 10\ ms^{-1} = 50\ Ns$$
$$P_f = 5\ kg \times 0\ ms^{-1} = 0\ Ns$$

کیونکہ
$$F = \frac{P_f - P_i}{t}$$

اس لیے
$$= \frac{0\ Ns - 50\ Ns}{2\ s} = -25\ N$$

پس جسم کو روکنے کے لیے درکار فورس 25N ہے۔ منفی کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ اس فورس کی سمت جسم کی موشن کی سمت کے مخالف ہوگی۔

مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون (Law of Conservation of Momentum)

کسی سسٹم کے مومینٹم کا انحصار اس کے ماس اور ولاسٹی پر ہوتا ہے۔ ایک

مفید معلومات

تیز رفتار گاڑیوں کے حادثہ کی صورت میں ٹکراؤ کی فورس بہت زیادہ ہوتی ہے۔ کیونکہ رکنے کے لیے وقت بہت کم ہوتا ہے۔ حفاظتی اقدام کے طور پر گاڑی میں آگے اور پیچھے کرمپل زون (crumple zone) ہوتے ہیں جو حادثہ کی صورت میں دب جاتے ہیں اور مسافروں کو محفوظ رکھتے ہیں۔

کرمپل زونز کے دبنے کی وجہ سے ٹکراؤ کے وقت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ جس کے نتیجہ میں ٹکراؤ کی فورس کا اثر کافی حد تک کم ہو جاتا ہے اور اس طرح مسافر خطرناک حد تک زخمی ہونے سے بچ جاتے ہیں۔

مفید معلومات

کسی حادثہ کی صورت میں اگر کسی آدمی نے گاڑی چلاتے ہوئے سیٹ بلٹ نہیں پہنی ہوئی تو وہ اس وقت تک اپنی حرکت کو جاری رکھے گا جب تک کہ اس کے سامنے والی کوئی شے اسے روک نہ دے۔ یہ شے ونڈ اسکرین، کوئی دوسرا مسافر یا اس کے سامنے والی سیٹ کی پچھلی سائیڈ ہو سکتی ہے۔ سیٹ بلٹ دو طرح سے کارآمد ہوتے ہیں۔

- ☆ یہ سیٹ بلٹ پہنے ہوئے آدمی کو بیرونی فورس مہیا کرتے ہیں۔
- ☆ سیٹ بلٹ کو کھینچنے کے لیے اضافی وقت درکار ہوتا ہے۔ اس سے مومینٹم میں تبدیلی کا وقت بڑھ جاتا ہے اور تصادم کا اثر کم ہو جاتا ہے۔

سسٹم کئی اجسام کا مجموعہ ہوتا ہے جس کی حدود واضح ہوتی ہیں۔ ایک آئسولیٹڈ سسٹم (isolated system) باہم ٹکرانے والے ایسے اجسام کا مجموعہ ہوتا ہے جن پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کر رہی ہو۔ اگر کسی سسٹم پر کوئی غیر متوازی یا نیٹ فورس عمل نہ کرے تو مساوات (3.14) کے مطابق اس کا مومینٹم کونسٹنٹ ہی ہوگا۔ پس آئسولیٹڈ سسٹم کا مومینٹم ہمیشہ بغیر تبدیلی کے قائم رہتا ہے۔ یہی مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون ہے۔ جسے اس طرح سے بیان کیا جاتا ہے۔

آپس میں ٹکرانے والے دو یا دو سے زیادہ اجسام پر مشتمل آئسولیٹڈ سسٹم کا مومینٹم ہمیشہ کونسٹنٹ رہتا ہے۔

ٹکرانے سے پہلے

ٹکراتے وقت
ٹکرانے کے بعد
شکل 3.14: دو گیند نما اجسام کا ٹکراؤ

ہوا سے بھرے ہوئے غبارے کی مثال پر غور کریں۔ غبارہ اور اس میں بھری ہوئی ہوا ایک سسٹم بناتے ہیں۔ غبارے کو چھوڑنے سے قبل یہ سسٹم ریسٹ میں تھا۔ اس لیے اس کا ابتدائی مومینٹم صفر تھا۔ جیسے ہی غبارے کو چھوڑا گیا اس میں خارج ہونے والی ہوا اپنی ولاسٹی کے باعث مومینٹم حاصل کرتی ہے۔ مومینٹم کی ابتدائی قیمت برقرار رکھنے کے لیے غبارہ باہر نکلنے والی ہوا کی مخالف سمت میں حرکت کرتا ہے۔

m_1 اور m_2 ماس کی دو گیندیں لیں جیسا کہ شکل (3.14) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گیندیں ایک سیدھی لائن میں بالترتیب u_1 اور u_2 کی ابتدائی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہیں۔ جبکہ m_1 کی ولاسٹی u_1، m_2 کی ولاسٹی u_2 سے زیادہ ہے۔ جیسے جیسے یہ گیندیں آگے بڑھ رہی ہیں m_1 ماس کی گیند m_2 ماس کی گیند کے قریب ہوتی جا رہی ہے۔

ماس m_1 کا ابتدائی مومینٹم $= m_1u_1$

ماس m_2 کا ابتدائی مومینٹم $= m_2u_2$

ٹکرانے سے قبل سسٹم کا کل ابتدائی مومینٹم $= m_1u_1 + m_2u_2$ ...(3.15)

کچھ دیر کے بعد ماس m_1 والی گیند کسی فورس کے ساتھ ماس m_2 والی گیند سے ٹکرائے گی۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کے مطابق ماس m_2 برابر مگر مخالف سمت میں ایک ری ایکشن ماس m_1 پر لگائے گی۔ فرض کریں کہ ٹکرانے کے بعد m_1 اور m_2 کی ولاسٹیز بالترتیب v_1 اور v_2 ہو جاتی ہیں۔ پس

ماس m_1 کا آخری مومینٹم $= m_1v_1$

ماس m_2 کا آخری مومینٹم $= m_2v_2$

ٹکرانے کے بعد سسٹم کا کل مومینٹم $= m_1v_1 + m_2v_2 \quad \ldots \quad (3.16)$

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

ٹکرانے کے بعد سسٹم کا کل آخری مومینٹم = ٹکرانے سے قبل سسٹم کا کل ابتدائی مومینٹم

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad \ldots \quad (3.17)$$

مساوات (3.17) سے ظاہر ہے کہ ٹکرانے سے قبل اور ٹکرانے کے بعد ایک آئیسولیٹڈ سسٹم کا کل مومینٹم یکساں رہتا ہے۔ اسے مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون کہتے ہیں۔ مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون فزکس کا ایک بہت اہم قانون ہے۔ اس کے اطلاق کا دائرہ انتہائی وسیع ہے۔

بندوق اور گولی کے سسٹم پر غور کریں۔ بندوق چلانے سے قبل بندوق اور گولی دونوں ریسٹ میں ہیں۔ اس لیے سسٹم کا کل ابتدائی مومینٹم صفر ہے۔ جیسے ہی بندوق سے فائر کیا جاتا ہے، گولی تیزی کے ساتھ باہر نکلتی ہے اور اس طرح کچھ مومینٹم حاصل کرتی ہے۔ سسٹم کا مومینٹم کونسٹنٹ رکھنے کے لیے بندوق جھٹکے سے پیچھے کی طرف حرکت کرتی ہے۔ مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق فائر کے بعد بھی بندوق اور گولی کا کل مومینٹم صفر ہوگا۔ فرض کریں کہ گولی کا ماس m ہے اور فائر کے وقت اس کی ولاسٹی v ہے جبکہ بندوق کا ماس M ہے اور جس ولاسٹی سے یہ پیچھے کی طرف جاتی ہے وہ V ہے۔ اس لیے فائر کے بعد بندوق اور گولی کا کل مومینٹم صفر ہوگا۔

$$\left[\text{بندوق چلانے کے بعد گولی اور بندوق کا کل مومینٹم}\right] = MV + mv \quad \ldots\ldots \quad (3.18)$$

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

$$\left[\text{بندوق چلانے کے بعد بندوق اور گولی کا کل مومینٹم}\right] = \left[\text{بندوق چلانے سے پہلے بندوق اور گولی کا کل مومینٹم}\right]$$

$$MV + mv = 0$$

$$MV = -mv$$

پس

$$V = -\frac{m}{M}v \quad \ldots\ldots \quad (3.19)$$

مساوات (3.19) بندوق کی ولاسٹی کو ظاہر کرتی ہے۔ منفی کی علامت ظاہر

کرتی ہے کہ بندوق کی ولاسٹی کی سمت گولی کی ولاسٹی کے مخالف ہے۔ یعنی بندوق پیچھے کی طرف جاتی ہے، یعنی ریکوائل (recoil) کرتی ہے۔ کیونکہ بندوق کا ماس گولی کے ماس کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہوتا ہے اس لیے بندوق کے ریکوائل کی ولاسٹی گولی کی ولاسٹی کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔

راکٹ اور جیٹ انجن بھی اسی اصول پر کام کرتے ہیں۔ ان مشینوں میں ایندھن کے جلنے سے جو گرم گیسز پیدا ہوتی ہیں وہ بے انتہا مومینٹم سے باہر نکلتی ہیں۔ مشین اس کے مساوی مگر مخالف سمت میں مومینٹم حاصل کرتی ہے جو انہیں بہت تیز سپیڈ سے موشن کے قابل بناتا ہے۔

مثال 3.7

ایک 20 گرام ماس کی گولی کی ولاسٹی بندوق کی نالی سے نکلتے وقت $100\ ms^{-1}$ ہے۔ بندوق کے ریکوائل کی ولاسٹی معلوم کریں جبکہ اس کا ماس 5 kg ہے۔

حل

$$m = 20\ g = 0.02\ kg$$
$$v = 100\ ms^{-1}$$
$$M = 5\ kg$$
$$V = ?$$

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

$$MV + mv = 0$$

قیمتیں درج کرنے پر

$$5\ kg \times V + (0.02\ kg)\times(100\ ms^{-1}) = 0$$

یا
$$5\ kg \times V = -(0.02\ kg)\times(100\ ms^{-1})$$

یا
$$V = -\frac{(0.2\ kg)\times(100\ ms^{-1})}{5\ kg}$$
$$= -0.4\ ms^{-1}$$

منفی کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ بندوق $0.4\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے ریکوائل کرتی ہے۔ یعنی بندوق گولی کی مخالف سمت میں حرکت کرتی ہے۔

3.3 فرکشن (Friction)

کیا آپ نے کبھی غور کیا کہ فرش پر لڑھکائی ہوئی گیند کیوں رک جاتی ہے؟

جب ایک بائیسکل سوار پیڈلز پر زور لگانا بند کر دیتا ہے تو بائیسکل کیوں رک جاتی ہے؟
یہ ایک قدرتی امر ہے کہ ایک ایسی فورس ہونی چاہیے جو متحرک اجسام کو روک سکے۔ کیونکہ فورس نہ صرف ایک جسم کو حرکت دیتی ہے بلکہ متحرک جسم کو روکتی بھی ہے۔

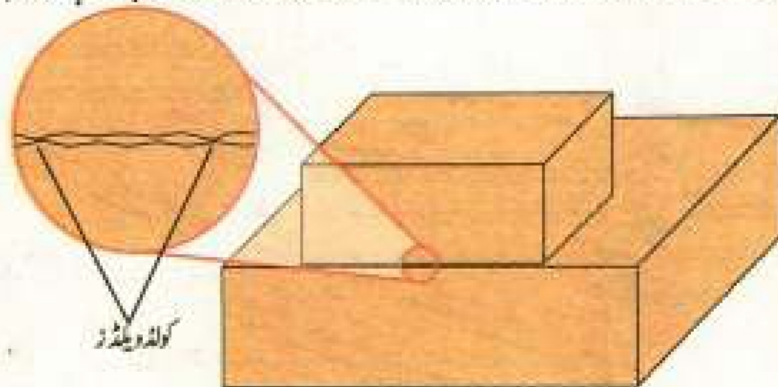
شکل 3.15: فرکشن پر قابو پانے کے لیے ایک بائیسکل سوار مسلسل پیڈلز پر زور لگاتا ہے۔

وہ فورس جو دو سطحوں کے مابین موشن میں مزاحمت پیدا کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔

جیسے ہی ہم کسی جسم کو دھکیلتے ہیں یا کھینچتے ہیں، فرکشن کی فورس کا عمل شروع ہو جاتا ہے۔ ٹھوس اجسام کی صورت میں دو اجسام کے درمیان فرکشن کی فورس بہت سے عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔ مثلاً دو آپس میں ملی ہوئی (in contact) سطحوں کی نوعیت اور ایک سطح کو دوسری سطح پر دبانے والی فورس۔ اپنی ہتھیلی کو مختلف سطحوں مثلاً میز، قالین، پالش کی ہوئی سنگِ مرمر کی سطح اور اینٹ وغیرہ پر رگڑیں۔ آپ دیکھیں گے کہ سطح جتنی ہموار ہوگی ہتھیلی کو حرکت دینا اتنا ہی آسان ہوگا۔ مزید یہ کہ جتنا زیادہ آپ ہتھیلی کو اس سطح پر دبائیں گے ہتھیلی کو حرکت دینا اتنا ہی مشکل ہوگا۔

شکل 3.16: چلنے یا دوڑنے کے دوران زمین کو پیچھے کی طرف دھکیلنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔

فرکشن حرکت کی مخالفت کیوں کرتی ہے؟ کوئی سطح مکمل طور پر ہموار نہیں ہوتی۔ ایک بظاہر ہموار سطح مائیکروسکوپ سے مشاہدہ کرنے پر ناہموار نظر آتی ہے۔ اس میں چھوٹے چھوٹے گڑھے اور ابھری ہوئی جگہیں نظر آتی ہیں۔ شکل (3.17) میں دو لکڑی کے بلاکس کی ملی ہوئی ہموار سطحوں کا مائیکروسکوپ کے ذریعہ معائنہ کیا گیا۔ اس سے پتہ چلا کہ ان دونوں سطحوں کے درمیان اتصال کے پوائنٹس پر ایک قسم کے کولڈ ویلڈز (cold welds) بن جاتے ہیں۔ یہ کولڈ ویلڈز ایک سطح کو دوسری سطح پر حرکت دینے میں رکاوٹ پیدا کرتے ہیں۔ اوپر والے بلاک پر مزید وزن شامل کرنے سے دونوں سطحوں کے درمیان دبانے والی فورس میں اضافہ ہو جاتا ہے اس وجہ

مخالف دیواروں کو ہتھیلیوں اور پیروں کے پنجوں سے دبانے پر فرکشن میں اضافہ ہوتا ہے، جو لڑکے کو دیوار پر اوپر چڑھنے کے قابل بناتا ہے۔

شکل نمبر 3.17: دو سطحوں کے اتصال کے مقام کا میگنی فائیڈ ویو

سے مزاحمت میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔ پس جتنی دبانے والی فورس زیادہ ہوگی اتنی ہی ایک دوسرے پر حرکت کرتی ہوئی سطحوں کے درمیان فرکشن زیادہ ہوگی۔

سٹیٹک فرکشن اس لگائی گئی فورس کے برابر ہوتی ہے جو ایک ریسٹ میں پڑے ہوئے جسم کو موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے۔ لگائی جانے والی فورس میں اضافہ کے ساتھ سٹیٹک فرکشن بھی بڑھتی ہے۔ لیکن سٹیٹک فرکشن ایک خاص حد تک بڑھ سکتی ہے۔ سٹیٹک فرکشن کی زیادہ سے زیادہ مقدار $f_s(max)$ کو انتہائی فرکشن (limiting friction) کہتے ہیں۔ یہ دو سطحوں کو آپس میں دبانے والی فورس (نارمل ری ایکشن) پر منحصر ہوتی ہے۔ دو مخصوص سطحوں کے لیے انتہائی فرکشن اور نارمل ری ایکشن کا تناسب ایک کونسٹنٹ ہوتا ہے جسے فرکشن کا کوایفی شیئٹ (coefficient of friction) کہتے ہیں۔ اسے μ سے ظاہر کرتے ہیں۔ پس

$$\mu = \frac{F_s}{R} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (3.20)$$

یا

$$F_s = \mu R \quad \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (3.21)$$

اگر بلاک کا ماس m ہو تو اُفقی سطح کے لیے

$$R = mg \quad \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (3.22)$$

پس

$$F_s = \mu mg \quad \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (3.23)$$

زمین پر چلنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہموار تلووں (soles) والے جوتے پہن کر گیلے فرش پر دوڑنا خطرناک ہوتا ہے۔ اتھلیٹس خاص قسم کے جوتے استعمال کرتے ہیں جن کی زمین کے ساتھ گرفت غیر معمولی ہوتی ہے۔ ایسے جوتے انہیں تیز دوڑنے کے دوران گرنے سے محفوظ رکھتے ہیں۔ اپنی بائیسکل کو روکنے کے لیے ہم کیا کرتے ہیں؟ ہم بریکس لگاتے ہیں۔ بریکس کے ساتھ لگے ہوئے ربڑ پیڈز دبانے سے فرکشن مہیا کرتے ہیں جو بائیسکل کو روک دیتی ہے۔

چند عام میٹیریلز کے درمیان کوایفی شیئٹ آف فرکشن

میٹیریلز	μ_s
گلاس اور گلاس	0.9
گلاس اور میٹل	0.5 - 0.7
برف اور لکڑی	0.05
لوہا اور لوہا	1.0
ربڑ اور کنکریٹ	0.6
سٹیل اور سٹیل	0.8
ٹائر اور خشک روڈ	1
ٹائر اور گیلا روڈ	0.2
لکڑی اور لکڑی	0.25 - 0.6
لکڑی اور میٹل	0.2 - 0.6
لکڑی اور کنکریٹ	0.62

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. کون سے جوتے کم فرکشن پیش کرتے ہیں؟
2. خشک راستہ پر چلنے کے لیے کون سے جوتے بہتر ہیں؟
3. جوگنگ کے لیے کون سے جوتے بہتر ہیں؟
4. کون سا تلا (sole) جلدی گھسے گا؟

رولنگ فرکشن (Rolling Friction)

انسان کی تاریخ میں اہم ایجادات میں سے ایک پہیہ ہے۔ پہیے کے بارے میں پہلا اہم نکتہ یہ ہے کہ یہ حرکت کے دوران سرکنے کی بجائے رول کرتا ہے۔ یعنی گھومتا ہوا آگے بڑھتا ہے۔ جس کی وجہ سے فرکشن میں خاطر خواہ کمی ہو جاتی ہے۔

جب ایک پہیے کے ایکسل (axle) کو دھکیلا جاتا ہے تو پہیے اور زمین کے درمیان فرکشن کی فورس ری ایکشن فورس فراہم کرتی ہے۔ یہ ری ایکشن کی فورس پہیے اور زمین کے درمیان میں لگائی گئی فورس کے مخالف سمت میں عمل کرتی ہے۔ پہیہ کولڈ ویلڈز (cold welds) کے ٹوٹے بغیر رول کرتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ سلائیڈنگ فرکشن (sliding friction) کی بہ نسبت رولنگ فرکشن (rolling friction) انتہائی کم ہوتی ہے۔ اس حقیقت کو کہ رولنگ فرکشن، سلائیڈنگ فرکشن سے کم ہوتی ہے، بال بیرنگ اور رولر بیرنگ میں فرکشن کی وجہ سے ہونے والے نقصانات کو کم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

شکل 3.18: فرکشن کی وجہ سے جسم رول کر سکتا ہے۔

شکل 3.19: بال بیرنگ

شکل 3.20: ٹائروں پر تھریڈنگ سڑک کی بہتر گرفت فراہم کرتی ہے۔

اگر پہیے اور زمین کے درمیان فرکشن نہ ہو تو دھکیلنے پر پہیہ نہیں گھومے گا۔ اس لیے ایک سطح پر پہیے کو گھما کر آگے بڑھانے یعنی رول کرنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ گیلی سڑک پر گاڑی چلانا خطرناک ہوتا ہے کیونکہ ایسی صورت میں ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کم ہو جاتی ہے، جس سے ٹائروں کے پھسلنے کے امکان میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ فرکشن میں اضافہ کے لیے ٹائروں پر تھریڈنگ (threading) کی جاتی ہے۔ اس طرح تھریڈنگ سڑک کی گرفت میں اضافہ کرتی ہے اور گیلی سڑک پر بھی گاڑی چلانا محفوظ بناتی ہے۔

ایک بائیسکل سوار اپنی بائیسکل کو روکنے کے لیے بریک لگاتا ہے۔ جیسے ہی بریک لگائے جاتے ہیں پہیے گھومنا بند کر دیتے ہیں اور سلائیڈ کرنا شروع کر دیتے ہیں۔ اس لیے بائیسکل فوراً رک جاتی ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. ایک کاغذ کے صفحہ پر ایک سلنڈر نما ربڑ (cylindrical) کو سلائیڈ کرنے کے مقابلہ میں رول کرنا کیوں آسان ہوتا ہے؟
2. کیا ہم اپنی نوٹ بک سے پنسل سے کیے گئے کام کو مٹانے کے لیے ربڑ کو اس کے اوپر رگڑتے ہیں یا گھماتے ہیں؟

بریکنگ اور سکڈنگ (Braking and Skidding)

شکل 3.21: سڑک پر پھسلتی ہوئی کار

ایک چلتی ہوئی گاڑی کے پہیوں کی ولاسٹی کے دو کمپونینٹ ہوتے ہیں:

(i) سڑک پر پہیوں کی موشن

(ii) پہیوں کی اپنے ایکسز کے گرد موشن

گاڑی کو سڑک پر چلانے کے لیے اور چلتی ہوئی گاڑی کو روکنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر سڑک پر پھسلن ہے اور ٹائر گھسے ہوئے ہیں تو ٹائر بجائے رول کرنے کے سڑک پر پھسلنا شروع ہو جائیں گے۔ اگر ٹائر ایسی سڑک پر ایک ہی جگہ پھسلنا شروع کر دیں تو گاڑی آگے نہیں بڑھے گی۔ پس ٹائروں کے گھوم کر آگے بڑھنے یا رول کرنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی فورس اتنی ضرور ہونی چاہیے جو ٹائروں کو پھسلنے سے روک سکے۔

اسی طرح ایک کار کو فوری طور پر روکنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی زیادہ فورس کی ضرورت ہوتی ہے۔ لیکن ٹائروں کے ذریعہ فراہم کی جانے والی اس فرکشن کی فورس کی ایک حد ہوتی ہے۔ اگر بہت زور سے بریک لگائے جائیں تو کار کے پہیوں کا گھومنا بند ہو جائے گا۔ لیکن زیادہ مومینٹم کی وجہ سے کار کے پہیے بغیر گھومے سڑک پر گھسٹنے لگیں گے۔ جس سے کار کی موشن کی سمت پر قابو پانا مشکل ہو جاتا ہے۔ جس سے کوئی حادثہ رونما ہو سکتا ہے۔ سکڈنگ یعنی کار کے پہیوں کا گھومے بغیر موشن میں رہنے کے امکان کو کم کرنے کے لیے یہ مشورہ دیا جاتا ہے کہ تیز رفتاری کی حالت میں خصوصاً پھسلن والی سڑک پر اتنی زور سے بریک نہ لگائے جائیں کہ پہیوں کی روٹیشنل موشن ختم ہو جائے۔ مزید یہ کہ گھسے ہوئے ٹائروں کے ساتھ گاڑی چلانا غیر محفوظ ہوتا ہے۔

مفید معلومات

1. کس صورت میں آپ کو کم فورس کی ضرورت ہوگی اور کیوں؟

(i) رولنگ (ii) سلائڈنگ

2. کس صورت میں ٹائروں کے لیے رول کرنا آسان ہوگا۔

(i) ناہموار زمین پر (ii) ہموار زمین پر

فرکشن کے فوائد و نقصانات

فرکشن کے فوائد بھی ہیں اور نقصانات بھی۔ تیز رفتاری سے حرکت کرنے کے لیے فرکشن کی موجودگی انرجی کے ضیاع کا باعث بنتی ہے۔ کیونکہ یہ موشن کی مخالفت کرتی ہے اور متحرک اجسام کی سپیڈ کو محدود کرتی ہے۔ مشینوں کے موشن میں رہنے والے مختلف پرزوں کے درمیان فرکشن کی وجہ سے ہماری کارآمد انرجی کا بیشتر حصہ حرارت اور آواز کی صورت میں ضائع ہو جاتا ہے۔ ان مشینوں میں فرکشن کی وجہ سے موشن میں رہنے والے پرزے جلدی گھس جاتے ہیں یا پھر ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو جاتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

پہاڑ پر چڑھنے کے لیے فرکشن بہت زیادہ مطلوب ہوتی ہے۔

تاہم کبھی کبھی فرکشن انتہائی ضروری ہوتی ہے۔ اگر کاغذ اور پنسل کے درمیان فرکشن نہ ہوتو ہم لکھ نہیں سکتے۔ فرکشن ہمیں زمین پر چلنے کے قابل بناتی ہے۔ ہم پھسلن والی جگہوں پر دوڑ نہیں سکتے۔ پھسلن والی زمین بہت کم فرکشن فراہم کرتی ہے، اس لیے کوئی بھی شخص جو پھسلن والی زمین پر دوڑنے کی کوشش کرتا ہے حادثہ سے دوچار ہوسکتا ہے۔ اسی طرح پھسلن والی سڑک پر ایک تیز رفتار گاڑی کو روکنے کے لیے بہت زور سے بریک لگانا خطرناک ہوتا ہے۔ اگر ہوا کی رزسٹنس نہ ہوتو پرندے اُڑ نہیں سکتے۔ پرندے پیچھے کی طرف دھکیلی ہوئی ہوا کے ری ایکشن کے باعث پرواز کرتے ہیں۔ لہٰذا بعض صورت حال میں ہمیں فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے جبکہ دوسری صورتوں میں ہمیں فرکشن کو حتی الامکان کم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

شکل 3.22: تیز رفتاری کے دوران ہوا کا بغیر رکاوٹ کے بہاؤ، ہوا کی رزسٹنس کم کرتا ہے۔

مندرجہ ذیل طریقوں سے فرکشن کو کم کیا جاسکتا ہے۔

(i) ایک دوسرے پر حرکت کرنے والی سطحوں کو ہموار کرکے

(ii) تیز رفتار اجسام کی شکل کو نوک دار بنا کر۔ مثلاً کار، ہوائی جہاز، وغیرہ۔ ایسا کرنے سے ہوا کے بہاؤ کی رکاوٹ کم ہوجاتی ہے۔ اس کی وجہ سے تیز رفتاری کے دوران ہوا کی رزسٹنس کم ہوجاتی ہے۔

(iii) دھاتی پرزوں کے درمیان فرکشن کو کم کرنے کے لیے تیل یا گریس لگادی جاتی ہے۔

(iv) سلائڈنگ فرکشن کی بہ نسبت رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے بال بیرنگ یا رولر بیرنگ کے استعمال سے سلائڈنگ فرکشن کو رولنگ فرکشن میں تبدیل کردیا جاتا ہے۔

شکل 3.23: بلٹ ٹرین کی شکل کو نوک دار (streamline) بنانے سے تیز رفتاری کے دوران ہوا کی رزسٹنس کم ہوجاتی ہے۔

3.4 سرکلر موشن (Circular Motion)

روزمرہ زندگی میں ہمارا سابقہ ایسے اجسام سے پڑتا ہے جو دائرے میں حرکت کررہے ہوتے ہیں۔ پتھر کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا لیں۔ اس کو ایک ڈوری کے ایک سرے سے باندھ دیں۔ ڈوری کے دوسرے سرے کو اپنے ہاتھ میں پکڑ کر پتھر کے ٹکڑے کو گھمائیں جیسا کہ شکل (3.24) میں دکھایا گیا ہے۔ پتھر کا ٹکڑا ایک سرکلر (دائروی) راستے پر حرکت کرے گا۔ پتھر کے ٹکڑے کی موشن سرکلر موشن کہلاتی ہے۔ اسی طرح زمین

شکل 3.24: ڈوری سے بندھے ہوئے پتھر کے ٹکڑے کی سرکلر موشن

شکل 3.25: زمین کے گرد چاند کی سرکلر موشن

کے گرد چاند کی موشن بھی سرکلر موشن ہے۔

کسی جسم کی سرکلر راستہ پر موشن کو سرکلر موشن کہتے ہیں۔

سینٹری پیٹل فورس (Centripetal Force)

فرض کریں ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا جسم یونیفارم سپیڈ کے ساتھ سرکلر راستے میں حرکت کر رہا ہے انرشیا کی وجہ سے ایک جسم میں سیدھے راستہ پر حرکت کرنے کا رجحان پایا جاتا ہے، پھر جسم دائرے میں کیوں حرکت کرتا ہے؟ ڈوری جس سے جسم باندھا گیا ہے جسم کو مستقل دائرے کے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔ اور اس طرح اسے دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔ ڈوری جسم کو اس کی موشن کی سمت کے عمودی سمت میں کھینچتی ہے جیسا کہ شکل (3.26) میں دکھایا گیا ہے۔ جسم کو کھینچنے والی اس فورس کی سمت ہمیشہ دائرے کے مرکز کی جانب ہوتی ہے۔ اس لیے اس کی سمت ہر لحہ تبدیل ہو رہی ہوتی ہے۔ دائرے کے مرکز کی جانب عمل کرنے والی اس فورس کو سینٹری پیٹل فورس کہتے ہیں۔ یہ جسم کو دائرے میں گھماتی ہے۔ سینٹری پیٹل فورس ہمیشہ جسم کی موشن کی سمت کے عموداً عمل کرتی ہے۔

شکل 3.26: سینٹری پیٹل فورس کی سمت ہمیشہ دائرے کے مرکز کی طرف ہوتی ہے اور اس کا کوئی کمپونینٹ جسم کی موشن کی سمت میں نہیں ہوتا۔

سینٹری پیٹل فورس وہ فورس ہے جو کسی جسم کو دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔

آیئے سینٹری پیٹل فورس کی چند مثالوں کا مطالعہ کریں۔

شکل 3.27 (a) ڈوری میں ٹینشن ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے۔
(b) ڈوری ٹوٹنے کے بعد سینٹری پیٹل فورس فراہم کرنے میں ناکام ہو جاتی ہے۔

(i) شکل (3.27) میں دائرے میں حرکت کرنے والا ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا ایک پتھر کا ٹکڑا دکھایا گیا ہے۔ ڈوری میں موجود ٹینشن ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے۔ یہ پتھر کے ٹکڑے کی دائرے میں موشن کو قائم رکھتا ہے۔ اگر ڈوری مضبوط نہ ہو تو سینٹری پیٹل فورس فراہم کرنے کے لیے ضروری ٹینشن مہیا نہیں کر سکے گی اور ٹوٹ جائے گی اور پتھر کا ٹکڑا

دائرے کے ساتھ ٹینجنٹ (tangent) بناتے ہوئے دور جا گرے گا جیسا کہ شکل (3.27b) میں دکھایا گیا ہے۔

(ii) چاند زمین کے گرد حرکت کرتا ہے۔ اسے زمین کی گریویٹیشنل فورس ضروری سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔

شکل 3.28: پتھر کے ٹکڑے پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس اور ڈوری پر عمل کرنے والی سینٹری فیوگل فورس

فرض کریں کہ m ماس کا ایک جسم جس کا ریڈیس r ہے دائرے میں یونیفارم سپیڈ v سے حرکت کر رہا ہے۔ سینٹری پیٹل فورس F_c کا پیدا کردہ ایکسلریشن a_c حسب ذیل ہے۔

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad \ldots \ldots \ldots (3.24)$$ سینٹری پیٹل ایکسلریشن

نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق سینٹری پیٹل فورس F_c درج ذیل ہوگی۔

$$F_c = m a_c \quad \ldots \ldots \ldots (3.25)$$

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad \ldots \ldots \ldots (3.26)$$

مساوات (3.26) سے ظاہر ہے کہ دائرے میں حرکت کرنے کے لیے کسی جسم کو جس سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوتی ہے وہ ولاسٹی کے مربع کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور دائرے کے ریڈیس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

سینٹری فیوگل فورس (Centrifugal Force)

فرض کریں کہ ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا پتھر کا ایک ٹکڑا دائرے میں حرکت کر رہا ہے۔ جیسا کہ شکل (3.28) میں دکھایا گیا ہے۔

ضروری سینٹری پیٹل فورس ڈوری کے ذریعہ عمل کرتی ہے اور پتھر کے ٹکڑے کو دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔ نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق سینٹری پیٹل فورس کا ری ایکشن بھی ہوگا۔ یہ سینٹری پیٹل ری ایکشن جو ڈوری پر باہر کی طرف عمل کرتا ہے، اسے سینٹری فیوگل فورس کہتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

جب رولر کوسٹر گول راستے پر گھومتی ہے تو ٹریک سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے اور اس کو دائرے سے باہر نکلنے سے روکتا ہے۔

مثال 3.8

100 گرام ماس کے ایک پتھر کے ٹکڑے کو 1 میٹر لمبی ڈوری کے سرے سے باندھا گیا ہے۔ پتھر کا یہ ٹکڑا $5\,ms^{-1}$ کی سپیڈ سے دائرے میں حرکت کر رہا ہے۔ ڈوری میں ٹینشن معلوم کریں۔

حل

$$m = 100\ g = 0.1\ kg$$
$$v = 5\ ms^{-1}$$
$$r = 1\ m$$
$$T = F_c$$

ڈوری میں ٹینشن T ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتی ہے۔ یعنی

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$
$$T = \frac{0.1\ kg \times (5\ ms^{-1})^2}{1\ m}$$
$$T = 2.5\ N$$

پس ڈوری میں ٹینشن 2.5N کے برابر ہوگا۔

بینکنگ آف روڈ (Banking of the Roads)

جب ایک کار کسی دائرہ نما (curved) راستہ پر مڑتی ہے تو اسے سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوتی ہے۔ ٹائروں اور سڑک کے درمیان موجود فرکشن ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتی ہے۔ اگر ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی فورس ناکافی ہو خصوصاً گیلی سڑک پر تو کار روڈ پر پھسل سکتی ہے۔ یہ مسئلہ دائرہ نما سڑک کی بینکنگ کے ذریعہ حل کیا جاتا ہے۔ بینکنگ کا مطلب ہے کہ سڑک کے بیرونی کنارے کو اونچا کرنا۔ شکل (3.29) میں بینکنگ کی وجہ سے گاڑی پر عمل کرنے والے سڑک کے نارمل ری ایکشن کا ایک افقی کمپوننٹ گاڑی کو موڑنے کے دوران ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے۔ اس طرح سڑک کی بینکنگ گاڑی کو پھسلنے سے روکتی ہے اور گاڑی چلانے کو محفوظ بناتی ہے۔

شکل 3.29: گاڑی کو پھسلنے سے روکنے کے لیے دائرہ نما سڑک کے بیرونی کنارے کو اونچا کر دیا جاتا ہے۔

واشنگ مشین ڈرائیر (Washing Machine Dryer)

واشنگ مشین کا ڈرائیر گھومنے والی ٹوکریوں (basket spinners) پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ ٹوکریاں سلنڈر کی شکل کی ہوتی ہیں اور ان کی دیواروں میں بہت زیادہ تعداد میں سوراخ ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (3.30) میں دکھایا گیا ہے۔ اس کے اندر گیلے کپڑے رکھ کر سلنڈر کی شکل کے روٹر (rotor) کا ڈھکن بند کر دیا جاتا ہے۔ جب یہ تیز سپیڈ سے گھومتا ہے تو سینٹری فیوگل فورس کی وجہ سے گیلے کپڑوں کا پانی سوراخوں کے ذریعے سے باہر نکل جاتا ہے۔

شکل 3.30: واشنگ مشین کے ڈرائیر کی دیواریں سوراخ دار ہوتی ہیں۔

کریم سپریٹر (Cream Separator)

شکل 3.31: کریم سپریٹر

بہت سے جدید پلانٹس غذائی اشیا میں چکنائی کے اجزا کی مقدار کو کنٹرول کرنے کے لیے سپریٹر استعمال کرتے ہیں۔ ایک سپریٹر تیزی سے گھومنے والی مشین ہے۔ اس کے کام کرنے کا اصول وہی ہے جو سینٹری فیوج مشین کا ہوتا ہے۔ اس میں ایک بڑا پیالا ہوتا ہے جس میں دودھ ڈال کر اسے تیزی سے گھمایا جاتا ہے۔ جس کے باعث دودھ کے بھاری اجزا باہر کی طرف اور ہلکے اجزا اندر کی طرف یعنی ایکسز کی طرف چلے جاتے ہیں۔ دودھ کے دوسرے اجزا کے مقابلہ میں مکھن یا کریم ہلکے ہوتے ہیں اس لیے مکھن کے بغیر دودھ (skimmed milk) پیالہ کی بیرونی دیوار سے باہر نکال لیا جاتا ہے۔ ہلکے اجزا (کریم) مرکزی ایکسز کی طرف دھکیل دیے جاتے ہیں جہاں انھیں ایک پائپ کے ذریعے حاصل کرلیا جاتا ہے۔

خلاصہ

- دھکیلنے یا کھینچنے کا دوسرا نام فورس ہے۔ فورس ایک ریسٹ میں پڑے ہوئے جسم کو موشن میں لاتی ہے یا موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے۔ ایک متحرک جسم کو روکتی ہے یا روکنے کی کوشش کرتی ہے۔
- انرشیا کسی بھی جسم کی وہ خصوصیت ہے جس کی وجہ سے جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا سیدھی لائن میں موشن کی حالت میں تبدیلی کی مزاحمت کرتا ہے۔
- کسی جسم کا مومینٹم اس میں موشن کی مقدار کے برابر ہوتا ہے۔ مومینٹم کسی جسم کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔
- وہ فورس جو موشن کی مخالفت کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔
- نیوٹن کے موشن کے پہلے قانون کے مطابق ایک جسم اپنی ریسٹ یا سیدھی لائن میں موشن کی حالت کو جاری رکھتا ہے، بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کرے۔
- نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق جب کسی جسم پر ایک نیٹ فورس عمل کرتی ہے تو اس جسم میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ اس ایکسلریشن کی مقدار جسم پر عمل کرنے والی نیٹ فورس کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور اس کے ماس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔
- فورس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے۔ ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1 کلوگرام ماس والے جسم میں $1ms^{-2}$ کا ایکسلریشن اپنی ہی سمت میں پیدا کرتی ہے۔
- کسی جسم کا ماس اس میں مادہ کی وہ مقدار ہے جو جسم میں موجود ہے۔ ماس ایک سکیلر مقدار ہے۔ اس کا SI یونٹ کلوگرام (kg) ہے۔
- کسی جسم کا وزن اس پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس کے برابر ہوتا ہے۔ یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ وزن کا SI یونٹ نیوٹن (N) ہے۔
- نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق ہر ایکشن کا ایک ری ایکشن ہوتا ہے۔ ایکشن اور ری ایکشن مقدار میں مساوی لیکن سمت میں ایک دوسرے کے مخالف ہوتے ہیں۔
- ایک بے فرکشن پُلی پر سے گزرتی ہوئی ڈوری کے

سروں پر عموداً لٹکے ہوئے دو اجسام کا ایکسلریشن a اور ٹینشن T حسب ذیل ہیں۔

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \; ; \; T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

- ایک بے فرکشن پلی پر سے گزرتی ہوئی ڈوری کے سروں پر دو اجسام جن میں ایک عموداً نیچے کی طرف اور دوسرا افقی سطح پر حرکت کر رہا ہو۔ ایکسلریشن a اور ٹینشن T حسب ذیل ہیں۔

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g \; ; \; T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

- مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق دو یا دو سے زیادہ باہم متصادم اجسام کے آئیسولیٹڈ سسٹم کا کل مومینٹم ہمیشہ کونسٹنٹ رہتا ہے۔
- ایک دوسرے پر حرکت کرنے والے دو اجسام کے درمیان وہ فورس جو ان کی ایک دوسرے کے لحاظ سے حرکت کی مخالفت کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔
- رولنگ فرکشن وہ فورس ہے جو رول کرنے والے جسم اور اس سطح جس پر وہ رول کر رہا ہو کے درمیان عمل کرتی ہے۔ سلائڈنگ فرکشن کے مقابلہ میں رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔
- مشینوں میں فرکشن کی وجہ سے انرجی ضائع ہوتی ہے۔ اس ضیاع کو پورا کرنے کے لیے بہت کام کرنا پڑتا ہے۔ اس کے علاوہ فرکشن کی وجہ سے مشین کے حرکت کرنے والے پرزے گھس جاتے ہیں اور ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو جاتے ہیں۔ فرکشن کو کم کرنے کے لیے
  (i) سلائڈنگ سطحوں کو پالش کیا جاتا ہے۔
  (ii) سلائڈنگ سطحوں کے درمیان تیل یا گریس وغیرہ استعمال کیا جاتا ہے۔
  (iii) بال بیرنگ یا رولر بیرنگ استعمال کیے جاتے ہیں۔
- سرکلر راستے پر حرکت کرنے والے جسم کی موشن کو سرکلر موشن کہتے ہیں۔
- وہ فورس جو جسم کی موشن کو ایک دائرے میں برقرار رکھتی ہے، سینٹری پیٹل فورس کہلاتی ہے۔ اس کا فارمولا حسب ذیل ہے۔

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

- نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق سینٹری پیٹل فورس کا ری ایکشن بھی موجود ہوتا ہے۔ یہ سینٹری پیٹل ری ایکشن جو ڈوری کو باہر کی طرف کھینچتا ہے، سینٹری فیوگل فورس کہلاتا ہے۔

سوالات

3.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) مندرجہ ذیل میں سے کس کی غیر موجودگی میں نیوٹن کے پہلے قانون موشن کا اطلاق ہوتا ہے؟
(a) فورس (b) نیٹ فورس (c) فرکشن (d) مومینٹم

(ii) مندرجہ ذیل میں سے انرشیا کا انحصار کس پر ہے؟
(a) فورس (b) نیٹ فورس (c) ماس (d) ولاسٹی

(iii) ایک لڑکا چلتی ہوئی بس میں سے چھلانگ لگاتا ہے۔ اس کے کس طرف گرنے کا خطرہ ہے؟
(a) چلتی ہوئی بس کی طرف (b) بس سے ڈور
(c) حرکت کی سمت میں (d) حرکت کی مخالف سمت میں

(iv) ایک ڈوری کو دو مخالف فورسز کی مدد سے کھینچا جا رہا ہے۔ ہر ایک فورس کی مقدار 10N ہے۔ ڈوری میں ٹینشن کتنا ہوگا؟

(a) صفر (b) 5N (c) 10N (d) 20N

(v) ایک جسم کا ماس

(a) ایکسلریٹ کرنے پر کم ہو جاتا ہے

(b) ایکسلریٹ کرنے پر زیادہ ہو جاتا ہے

(c) تیز ولاسٹی سے چلنے پر کم ہو جاتا ہے

(d) ان میں کوئی بھی نہیں

(vi) ایک بے فرکشن پلی پر سے گزرنے والی ڈوری کے سروں پر m_1 اور m_2 ماس کے دو اجسام اس طرح منسلک ہیں کہ دونوں عموداً حرکت کرتے ہیں۔ ان اجسام کا ایکسلریشن ہوگا۔

(a) $\frac{m_1 \times m_2}{m_1 + m_2} g$ (b) $\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$

(c) $\frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} g$ (d) $\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$

(vii) مندرجہ ذیل میں سے مومینٹم کا یونٹ ہے۔

(a) Nm (b) $kgms^{-2}$ (c) Ns (d) Ns^{-1}

(v) جب گھوڑا، گاڑی کو کھینچتا ہے تو ایکشن کس پر ہوتا ہے؟

(a) گاڑی پر (b) زمین پر

(c) گھوڑے پر (d) زمین اور گاڑی پر

(ix) مندرجہ ذیل میں سے کس میٹیریل کو سلائڈ کرنے والی سطحوں کے درمیان رکھنے سے ان کے درمیان فرکشن کم ہو جاتی ہے؟

(a) پانی (b) سنگ مرمر کا پاؤڈر

(c) ہوا (d) آئل

3.2 مندرجہ ذیل کی تعریف بیان کریں۔

(i) فورس (ii) انرشیا (iii) مومینٹم

(iv) فورس آف فرکشن (v) سینٹری پیٹل فورس

3.3 مندرجہ ذیل میں فرق واضح کریں۔

(i) ماس اور وزن (ii) ایکشن اور ری ایکشن

(iii) سلائڈنگ فرکشن اور رولنگ فرکشن

3.4 انرشیا کا قانون کیا ہے؟

3.5 بس کی چھت پر سفر کرنا کیوں خطرناک ہوتا ہے؟

3.6 جب ایک بس موڑ کاٹتی ہے تو اس میں موجود مسافر باہر کی طرف کیوں جھک جاتے ہیں؟

3.7 آپ کس طرح فورس کا تعلق مومینٹم کی تبدیلی سے قائم کر سکتے ہیں؟

3.8 ایک ڈوری میں کتنا ٹینشن ہوگا اگر اس کے سروں کو 100 N کی دو مخالف فورسز سے کھینچا جائے؟

3.9 اگر ایکشن اور ری ایکشن برابر مگر مخالف سمت میں ہوتے ہیں تو پھر کوئی جسم حرکت کیسے کرتا ہے؟

3.10 ایک گھوڑا، گاڑی کو کھینچ رہا ہے۔ اگر ایکشن اور ری ایکشن ایک دوسرے کے برابر اور مخالف ہوں تو پھر گاڑی حرکت کیسے کرتی ہے؟

3.11 مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون کیا ہے؟

3.12 مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کی کیا اہمیت ہے؟

3.13 جب ایک بندوق چلائی جاتی ہے تو یہ پیچھے کو جھٹکا کھاتی ہے۔ کیوں؟

3.14 دو ایسی صورتیں بیان کریں جن میں فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔

3.15 مشین کے حرکت کرنے والے پرزوں کے درمیان آئل یا گریس ڈالنے سے فرکشن کیوں کم ہو جاتی ہے؟

3.16 فرکشن کو کم کرنے کے طریقے بیان کریں۔

3.17 رولنگ فرکشن، سلائڈنگ فرکشن سے کیوں کم ہوتی ہے؟

3.18 مندرجہ ذیل کے بارے میں آپ کیا جانتے ہیں؟

(i) ڈوری میں ٹینشن (ii) انتہائی فرکشن کی فورس (iii) بریکنگ فورس (iv) گاڑیوں کا پھسلنا (v) سیٹ بیلٹس (vi) بینکنگ آف روڈ (vii) کریم سپریٹر

3.19 اگر ہر قسم کی فرکشن اچانک ختم ہو جائے تو کیا ہوگا؟

3.20 واشنگ مشین کے سپنر کو بہت تیزی سے کیوں گھمایا جاتا ہے؟

مشقی سوالات

3.1 20 نیوٹن کی ایک فورس ایک جسم کو $2\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے حرکت دیتی ہے۔ جسم کا ماس کیا ہو گا؟ (10 kg)

3.2 ایک جسم کا وزن 147 N ہے۔ اس کا ماس کیا ہوگا؟ (g کی قیمت $10\ ms^{-2}$ ہے) (14.7 kg)

3.3 10 کلوگرام ماس کے ایک جسم کو گرنے سے روکنے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی؟ (100 N)

3.4 50 کلوگرام ماس کے ایک جسم میں 100 N کی فورس کتنا ایکسلریشن پیدا کرے گی؟ ($2\ ms^{-2}$)

3.5 ایک جسم کا وزن 20 N ہے۔ اس کو $2\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے سیدھا اوپر کی طرف لے جانے کے لیے کتنی فورس کی ضرورت ہوگی؟ (24 N)

3.6 ایک بے فرکشن پلی پر سے گزرنے والی ڈوری کے سروں سے 52 kg ماس اور 48 kg ماس کے دو اجسام منسلک ہیں۔ ڈوری میں ٹینشن اور اجسام کا ایکسلریشن معلوم کریں جبکہ دونوں اجسام عموداً حرکت کر رہے ہوں۔ ($500\ N, 0.4\ ms^{-2}$)

3.7 ایک بے فرکشن پلی پر سے گزرنے والی ڈوری سے 26 kg ماس اور 24 kg ماس کے دو اجسام منسلک ہیں۔ 26 kg ماس کا جسم ایک ہموار افقی سطح پر رکھا ہوا ہے جبکہ 24 kg ماس کا جسم عموداً نیچے کی طرف حرکت کر رہا ہے۔ ڈوری میں ٹینشن اور دونوں اجسام کا ایکسلریشن معلوم کریں۔ ($125\ N, 4.8\ ms^{-2}$)

3.8 کسی جسم کے مومینٹم میں 22 Ns کی تبدیلی پیدا کرنے کے لیے 20 N کی فورس کو کتنا وقت درکار ہوگا؟ (1.1s)

3.9 5 کلوگرام ماس کے لکڑی کے بلاک اور سنگِ مرمر کے افقی فرش کے درمیان فرکشن کی کتنی فورس ہوگی؟ لکڑی اور سنگِ مرمر کے درمیان کوایفی شینٹ آف فرکشن کی قیمت 0.6 ہے۔ (30 N)

3.10 0.5 کلوگرام ماس کے جسم کو 50 cm ریڈیس کے دائرے میں $3\ ms^{-1}$ کی سپیڈ سے گھمانے کے لیے کتنی سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوگی؟ (9N)